

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

Antonio Carlos de Paula Pereira Filho

Simulação de redução do estoque médio de
Manutenção Reparo e Operações através de
redução do prazo de fabricação e entrega dos
fornecedores.

CURITIBA - PARANÁ

2013

Antonio Carlos de Paula Pereira Filho.

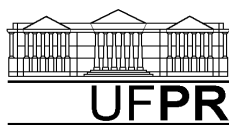
Simulação de redução do estoque médio de
Manutenção Reparo e Operações através de
redução do prazo de fabricação e entrega dos
fornecedores

**Trabalho de Conclusão do Curso de Pós Graduação em Engenharia da
Produção apresentado à Universidade Federal do Paraná, como
Requisito Parcial para a Obtenção do Título de Especialista em
Engenharia da Produção.**

Orientador: Prof. Willy Khede Cardoso

CURITIBA - PARANÁ

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO



TERMO DE APROVAÇÃO

ANTONIO CARLOS DE PAULA PEREIRA FILHO

SIMULAÇÃO DE REDUÇÃO DE ESTOQUE DE MANUTENÇÃO, REPARO E OPERAÇÕES (MRO) ATRAVÉS DE NEGOCIAÇÃO DE REDUÇÃO NO PRAZO DE PRODUÇÃO E ENTREGA DOS FORNECEDORES

Artigo aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

Prof. Willy Khede Cardoso
Prof. do Curso de Espec. em Eng. de Produção - UFPr

Avaliador:

Prof. Walter Nikkel
Departamento de Engenharia Mecânica - UFPr

Curitiba, 09 de Maio de 2013

TEMA:

Simulação de redução do estoque médio de Manutenção Reparo e Operações através de redução do prazo de fabricação e entrega dos fornecedores.

RESUMO

Muito se fala atualmente sobre redução de custos, redução de processos, eliminação de retrabalhos, e demais conceitos explorados pela filosofia do Lean Manufacturing.

A base de cálculo do nosso ponto de pedido ou como também chamado “Ponto de reposição” tem como principal ofensor o Lead Time total da cadeia. Por tal motivo, o lead time se torna o maior vilão dos estoques, pois, se temos algum tipo de deficiência na cadeia onde possa impactar no tempo total de reposição do material, a consequência é de termos mais quantidades em estoque, ou seja, financeiramente falando, estaremos empregando mais capital em estoque para que as ineficiências sejam “mascaradas” e nosso cliente seja atendido no nível de serviço que desejamos.

Neste artigo, iremos abordar e simular como o lead time impacta nos cálculos do ponto de reposição e custos de estoque. Também simularemos com base de dados real de uma empresa que gerencia estoques de MRO a possibilidade de redução do capital empregado caso as negociações inerentes ao Lead Time de fabricação e entrega do fornecedor puderem ser otimizadas.

Após apresentar as características da base de cálculo bem como os resultados encontrados durante a simulação, será perceptível que todos os esforços na negociação do lead time serão bem vindos pois o capital empregado poderá reduzir de acordo com a agressividade da negociação, ou até mesmo chegarmos no nível de excelência empregando o JUST-IN-TIME.

PALAVRAS-CHAVE:

Estoque de segurança; ponto de reposição; lead time; Manutenção; Reparo e Operações.

ABSTRACT

Today, there are many discussions about cost reduction, processes reduction, reworks eliminate, and other concepts explored by the philosophy of Lean Manufacturing.

The calculate base for our point of order, or we can call as "replacement point" has as the main offender the Lead Time of total supply chain. For this reason, the lead time becomes the greatest villain of the inventory, because if we have some kind of disability in our supply chain, this will be impact in the material replacement total time, and the consequence is that we have more inventory quantities, in other words, financially speaking, we will be employing more capital in stock for that inefficiencies are "masked" and our client have the services level of we desire.

In this article, we'll discuss and simulate how the lead time impacts on the calculation of reorder point and inventory costs. We'll also simulate with real database from a company that manages MRO inventory, the possibility of capital reducing employed in the negotiations inherent to Lead Time manufacturing, and the supplier delivery can be optimized.

After presenting the characteristics of the calculation bases and the results found during the simulation, it'll make evidence that all efforts on lead time negotiating will be welcome, because it may reduce the capital employed according to the aggressiveness of negociation, or even reach the level of excellence employing JUST-IN-TIME.

KEYWORDS:

Safety stock, reorder point, lead time; Maintenance, Repair and Operations.

INTRODUÇÃO:

Segundo Chiavenato (1990)⁹, estocar é guardar algo para utilização futura. Se a utilização for muito remota no tempo, sua guarda se torna prolongada, ocupa espaço alugado ou comprado, requer pessoal, significa capital empatado, precisar ser segurado contra incêndio ou roubo. Em outras palavras, ter estoque é ter despesas de estocagem. Porém, se a utilização for imediata, provavelmente não haja tempo para estocar, que pode acarretar paralisação caso ocorra qualquer atraso no fornecimento.

As duas situações extremas são indesejáveis e devem ser evitadas. O grande segredo é conhecer o meio-termo e aplicá-lo a todos os itens de estoque.

Conforme Moreira (1993)²⁰, os estoques se constituem de quaisquer quantidades de bens físicos que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo, aguardam venda, despacho ou utilização na produção.

Segundo Ballou(1993)² os estoques agem como amortecedores entre suprimento e demanda, além de beneficiar o sistema de suprimentos por possibilitarem disponibilidade de componentes, abreviarem o tempo dedicado pela administração para a manutenção de um nível de disponibilidade desejada e podem reduzir custos de transporte.

A presença de estoque tem o efeito de abrandar ou resolver uma série de problemas de produção conforme citado por Shingo (1996)²⁹, pois permite uma resposta imediata para demandas não previstas, e pode prevenir quanto a rupturas na produção.

Para um item ser mantido economicamente em estoque deve ter alguma das características enfatizadas por Ballou (1993)²: (A) ser comprado em quantidades maiores ou iguais a um lote mínimo; (B) ter descontos por volume; (C) ser de valor relativamente baixo; (D) ser econômico se comprado juntamente com outros itens; (E) ser usado numa larga variedade de modelos ou serviços; (F) ter requisitos de manuseio que facilitem a compra em grandes lotes; (G) ter alto grau de incerteza na entrega ou na continuidade do suprimento.

As altas taxas de juros praticados no Brasil acabam influenciando sobre as taxas de oportunidade das empresas e conseqüentemente aumentando a relevância do correto gerenciamento dos estoques. Vieira(2005)³¹, aponta que o principal é ter foco na redução da necessidade de capital de giro e com isso criar condições adequadas que favoreçam a sobrevivência e o crescimento das empresas.

Conforme apontado pelos autores, é possível interpretar que a adequada gestão dos estoques proporciona oportunidades de ganhos às administrações empresariais através do correto balanceamento entre a disponibilidade e utilização dos itens estocados.

De acordo com Pintelon e Gelders(1992)²⁴, os materiais classificados na categoria de MRO(Manutenção, Reparo e Operações), se apresentam como um dos quatro pilares das atividades de manutenção porém com algumas particularidades citadas por Wanke(2008)³², dentre elas os elevados custos de aquisição, longos tempos de resposta para reposição em estoque ou até mesmo raros consumos.

Diferentemente dos estoques de produtos acabados, semi-acabados e insumos, que são direcionados pelos processos de produção e demandas dos clientes, peças de reposição são mantidas em estoque para suportar operações de manutenção e proteger contra falhas nos equipamentos. Embora esta função seja bem compreendida pelos gerentes de manutenção e suprimentos, muitas empresas enfrentam o desafio de evitar grandes estoques de peças com custos excessivos de manutenção e obsolescência conforme citado por Porras & Dekker(2008)²⁶.

A carência de ferramentas e modelos para atender a natureza específica das peças de reposição reforça a dificuldade em estabelecer metodologias e estratégias consistentes para a gestão destes itens. Eles normalmente são de baixíssimo giro, demandas altamente aleatórias e difíceis de prever, com tempos de fornecimento estocásticos.

Segundo Botter&Fortuin(2000)⁶, controlar e gerir peças de MRO significa encontrar respostas viáveis e eficientes para questões básicas de qualquer sistema de controle de estoque.

Com tantos requisitos essenciais relacionados a estes tipos de itens, é natural que a gestão das peças de reposição se torne uma importante área de pesquisa dentro do controle de estoque segundo Huiskonen (2001)¹⁷. O desenvolvimento de uma metodologia robusta que possa tratar as características específicas das peças de reposição pode trazer enormes benefícios financeiros e gerenciais às empresas e, principalmente quando conseguimos identificar e gerir os itens que são considerados estratégicos para a operação, visto que estes precisam ser adquiridos por decisão estratégica, porém na maioria das vezes não é possível prever sua troca, ou seja, empregamos capital e este ficaria estocado aguardando a possibilidade de sua utilização em tempo indefinido.

METODOLOGIA:

Com embasamento no levantamento de dados como média de consumo, desvio padrão, valor unitário, lead time do fornecedor dos materiais e com o auxílio dos cálculos de estoque de segurança e ponto de reposição, simularemos as quantidades e valores em estoque de uma empresa que gerencia materiais de MRO.

A empresa não pode ser citada, porém poderemos trabalhar com sua base de dados e caso tenhamos possibilidade de redução do lead time de fornecimento e entrega dos materiais, obteremos por consequência redução de capital investido em estoque.

OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO

Objetivo geral se resume nas melhores práticas de gestão de estoques, principalmente no que tange aos materiais de Manutenção Reparo e Operações.

Em específico, abordaremos a questão do lead time de suprimento dos materiais, onde quanto melhor negociado e menor, nossos médios estoques para atendimento da demanda se tornam ainda menor. Se falando de materiais de MRO onde não temos previsão futura fixa, os estoques são imprescindíveis.

Portanto, quanto menor o lead time da cadeia, menor será nossa quantidade estocada para atendimento da demanda durante o ciclo de reposição dos materiais.

1. POR QUE EXISTEM OS ESTOQUES?

De acordo com Correa(2006)³⁴, há diversos motivos que levam ao surgimento de estoques. A figura abaixo apresenta as justificativas apresentadas pelo autor.

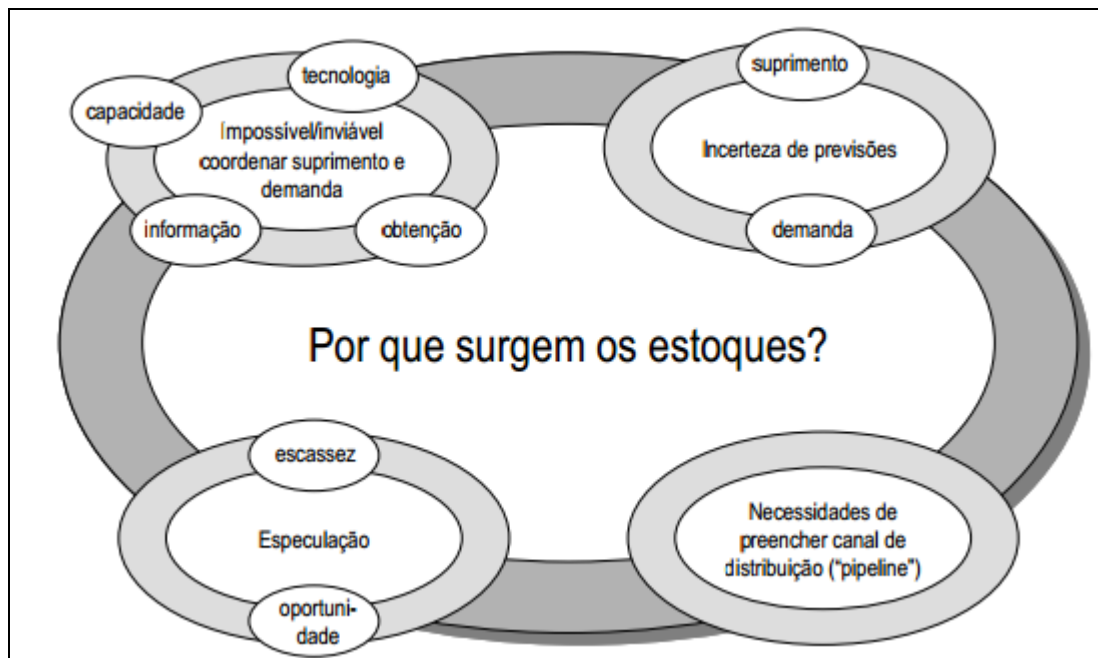


Figura 1 – Motivos de surgirem os estoques

Fonte: CORREA(2006), capítulo 17

O surgimento de estoques, independente de seu tipo – matérias-primas, componentes ou produtos acabados – e volume, tem aspectos positivos e negativos, conforme apontado por Gaither(2002)¹².

O autor cita como justificativas para manter estoques:

- Custos de emissão do pedido;
- Custos de stockout;
- Custos de aquisição;
- Custos da qualidade na partida (start up);

Já como pontos negativos à manutenção de estoques, Gaither(2002)¹² apresenta:

- Custo de manutenção de estoques;
- Custos de receptividade do cliente;
- Custos para coordenar a produção;
- Custos de redução do retorno sobre o investimento (ROI);
- Custos da capacidade reduzida;
- Custos da qualidade de lotes;

Ainda que diversos aspectos estejam relacionados ao nível de atendimento ao cliente ou à sua satisfação com o atendimento recebido, todos eles podem ser encarados como custos.

2. GESTÃO DOS ESTOQUES:

Atualmente, o maior desafio das organizações se resume ter altos níveis de satisfação e atendimento dos clientes sem ter excessos de estoques, ou seja, é a famosa frase de “fazer mais com menos”.

Dias (1993)¹¹ define o estoque em três tipos, sendo eles de matéria-prima, material em processo e por fim, o estoque de produto acabado. As empresas precisam de

estoques para trabalhar, pois sem eles torna-se impossível, mas também tem com meta principal maximizar seus lucros sobre o capital investido, pois o bom atendimento as vendas e produção dependem do seu nível, sendo assim busca pelo estoque ideal é imprescindível.

O controle de estoque é uma responsabilidade muito grande da empresa, pois acaba influenciado no capital da empresa, ou seja, os estoques absorvem o capital da empresa que poderia ser aplicado para outros investimentos.

Sobre o tema, Dias, (1993)¹¹, revela que o objetivo do estoque é aperfeiçoar investimento, aumentando o uso dos meios internos da empresa e minimizando as necessidades de investimento.

Segundo Ballou (1993)² os estoques possuem uma série de objetivos. Tais como melhorar o nível de serviço, incentivar economias na produção, permitir economia de escala nas compras e no transporte, influencia na proteção contra aumento de preços, podem proteger a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento e por fim, lendo esta citação e referenciando os materiais de MRO, conseguimos entender melhor que os estoques servem como segurança contra contingências.

Gerir estoques tem como objetivo tornar viável aos empresários o armazenamento das mercadorias sem causar grandes investimentos desnecessários, ou seja, a empresa vai estocar somente os materiais que realmente forem necessários, evitando assim, o comprometimento desnecessário do capital da empresa.

Se tratando dos materiais de reposição ou a categoria MRO, na maioria das vezes, os valores de peças de reposição em estoque representam montantes bastante significativos e o giro de estoque das mesmas é muito baixo.

Geralmente, muitos desses itens são estratégicos para a operação e a falta deles causa um impacto direto no processo produtivo, exigindo um nível de serviço alto no atendimento ao cliente. Por outro lado, a obsolescência do estoque de peças de reposição, a falta de critérios na definição da política de estoque e de algoritmos para o cálculo dos parâmetros de estoque tem levado as empresas a manterem níveis de estoques altos para garantir um nível de serviço adequado.

As políticas de estoque para a gestão de peças de reposição são diferentes das que governam os estoques de produtos, matérias-primas e insumos para a produção.

Os métodos usuais para controle de estoque baseados na previsão de consumo não atendem, devido ao padrão de consumo deste tipo de item ser intermitente e de baixo giro conforme citado por Botter & Fortuin(2000)⁶.

Segundo Hax & Candea(1984)¹⁶, um aspecto fundamental da gestão da cadeia de suprimentos é a assertividade da previsão de demanda, mas a natureza intermitente da demanda torna a previsão bastante difícil para peças de reposição. Tais itens são frequentemente descritos como 'slow-moving'. Porém, este termo é muito restrito para descrever os diversos padrões de demanda a que estão sujeitos estes tipos de itens.

Podemos entender que há diversas citações sobre as definições de estoque, mas em geral estas apontam para o estoque como uma função de reserva estratégica de materiais a serem utilizados pelas empresas como forma de consumo interno ou obtenção de receita em vendas(produto acabado).

Considerando que o estoque é uma reserva necessária para a sobrevivência, se faz importante considerar a citação de Ohno(1997)²³ como sendo o estoque o maior de todos os desperdícios. Esta citação nos faz refletir que estoques são necessários, porém não podemos desperdiçá-los mantendo excessos ou até mesmo "mascarando" ineficiências de processos mantendo estoques.

Sobre a relevância dos estoques de MRO, segundo Pintelon e Gelders(1992)²⁴, dentre os quatro recursos básicos das atividades de manutenção, uma delas é materiais e em função das atividades industriais somente sobreviverem á partir dos estoques de MRO, por consequência os estoques se tornam elementos chaves no desenvolvimento dos processos de manutenção.

Ainda sobre materiais (um dos quatro recursos básicos) e também concatenando com a necessidade de manter estoque MRO, se faz necessário priorizar dois pontos:

1. A importância de manter o estoque de determinados tipos de materiais
2. A quantidade estocada deve estar de acordo com o nível de atendimento aos seus usuários finais.

2.1– CLASSIFICAÇÃO DOS ESTOQUES:

A abordagem de classificação como uma ferramenta de gestão de peças de reposição representa uma abordagem popular no ambiente industrial. Esta metodologia visa estratificar os itens de acordo com diversos atributos relacionados, tais como criticidade, características de fornecimento, problemas de estoque, taxa de uso, entre outros, e aplicar diferentes estratégias para os sistemas logísticos de acordo com a classificação dos itens. Entre algumas destas estratégias, podem ser citadas o desenvolvimento de fornecedores locais especializados, manutenção de pequenos estoques de segurança, estabelecimento de níveis de serviço para a entrega do fornecedor e a criação de estoques compartilhados para itens com demanda de baixíssimo giro e alto valor (Huiskonen, 2001)¹⁷.

Citado em unanimidade entre os autores Pozo(2010)²⁸ e Bowersox(2009)⁷, quando falamos de política de gestão de estoque, três questões básicas estarão norteando, sendo elas: O quê ter em estoque, quando ter estoque e o quanto pedir. Visto estarem vinculadas a incerteza de consumo futuro, duas questões são destacadas, sendo quando e quanto pedir. Bowersox(2009)⁷ cita que “quando pedir” é determinado pela demanda, “já quanto pedir” pode ser determinado pela quantidade do pedido, onde normalmente para a categoria de materiais MRO é influenciado por lotes, valores de arredondamento ou pedido mínimo. Ballou(1993)² complementa a questão do “quanto pedir” citando que o planejamento e controle das atividades da cadeia logística dependem da qualidade da estimativa de volumes. Complementando o citado acima, Chopra e Meindl(2003)¹⁰ reforçam que a assertividade na previsão de demanda futura é a base para tomadas de decisões estratégicas e de planejamento.

Garcia (2006)¹³ afirma que muitos outros critérios podem ser usados para agrupar os SKUs, como valor de estoque em giro, consumo de recursos, criticidade para operações, etc. Uma ideia dessas classificações é priorizar a gestão de alguns produtos com base em um ou mais critérios.

2.1.1 – CLASSIFICAÇÃO ABC

A classificação ABC é um método que classifica informações, para que se separem os itens de maior importância ou impacto, os quais são normalmente em menor número conforme citado por Carvalho(2002)⁸.

Numa organização, a curva ABC é muito utilizada para a administração de estoques, mas também é usada para a definição de políticas de vendas, para o estabelecimento de prioridades, para a programação de produção, etc. Para a administração de estoques, por exemplo, o administrador a usa como um parâmetro que informa sobre a necessidade de aquisição de itens - mercadorias ou matérias-primas - essenciais para o controle do estoque, que variam de acordo com a demanda do consumidor.

Na avaliação dos resultados da curva ABC, percebe-se o giro dos itens no estoque, o nível da lucratividade e o grau de representação no faturamento de uma organização. Os recursos financeiros investidos na aquisição do estoque poderão ser definidos pela análise e aplicação correta dos dados fornecidos com a curva ABC conforme citado por Pinto(2002)²⁵.

Para dar maior robustez nas análises e ainda complementar a classificação ABC citada acima, temos também a XYZ, 123 e a classificação de acordo com a popularidade do material(mais conhecida popularmente como classificação PQR e incluída na administração de materiais através do Instituto IMAM-SP).

2.1.2 – CLASSIFICAÇÃO XYZ

Para os itens de MRO, esta é a classificação mais importante pois traduz através de siglas quais são os materiais que se faz necessário manter em estoque para que não tenhamos imprevistos no processo produtivo. Quando falamos de “imprevistos no processo produtivo” e concatenando aos itens MRO, leia-se perdas na produção, máquinas paradas por tempos indeterminados afetando diretamente no lucro da empresa por falta de produto acabado que não pôde ser produzido.

Para classificar estes itens, é necessário um trabalhoso e consciente julgamento técnico onde apenas especialistas do processo envolvido conseguem opinar.

Os itens vitais para o processo são classificados como “Z” pois são itens cuja falta acarreta consequências críticas, tais como interrupção dos processos da empresa, podendo comprometer a integridade de equipamentos e/ou segurança pessoal/operacional.

Os itens classificados como “Y”, são intercambiáveis para o processo. Suas características são similares à classe Z, porém apresentam razoável possibilidade de intercambiabilidade com outros itens disponíveis em estoque, ou até mesmo uma recuperação do item em oficinas de manutenção interna caso seja necessário.

Por fim á esta estrutura de classificação por criticidade, temos os itens classificados como “X”, onde possuem característica de serem ordinários para o processo pois possuem baixa criticidade, cuja falta naturalmente compromete o atendimento de um usuário interno (serviço ou produção) ou externos (clientes finais), mas não implica em maiores consequências, apenas em nível de serviço.

2.1.3 – CLASSIFICAÇÃO 123

Dando continuidade as citações de Gasnier(2001)¹⁴, temos também a classificação chamada de 123, cuja diz respeito ao processo de aquisição dos itens em estoque (processo de compra), incluindo tanto a identificação, qualificação e desenvolvimento de fornecedores como o disparo e atendimento de requisições, em termos do grau de confiabilidade das especificações dos materiais e principalmente os itens de aquisição sob desenho técnico, bem como os prazos de fornecimento. Para que esta classificação se torne a mais real possível, é necessário ser elaborada em conjunto com profissionais envolvidos com o reabastecimento dos itens (setor de compras e planejamento de materiais).

Os itens julgados e classificados como “1”, possuem um processo de aquisição complexo pois tratam-se dos itens de obtenção muito difícil, envolvendo envolvem diversos fatores complicadores combinados, tais como longos tempo de produção do fornecedor, materiais fundidos e/ou sob desenho técnico, que necessitam de transportes especiais devido ao peso(no caso de grandes equipamentos), riscos

quanto a pontualidade devido á importações de longa distância ou níveis exigentes de qualidade que a empresa exige do fornecedor.

Quando temos um difícil processo de aquisição, os itens são categorizados como “2”, pois envolvem alguns poucos fatores complicadores, tornando o processo de obtenção relativamente difícil, porém com níveis de complicação menores que a classificação citada acima (1).

Por fim, a última classificação do método de aquisição é a “3”, cuja possui o processo relativamente fácil, caracterizando-se com processos ágeis e pontuais para materiais disponíveis em disposição em vários fornecedores. Para os itens MRO, esta classificação está presente para algumas famílias de materiais, onde podemos encontrar em locais próximos ou em grandes centros o mesmo tipo de material á ser fornecido.

O último modelo de classificação citado por Gasnier(2001)¹⁴, refere-se a popularidade dos itens, ou seja, a quantidade de saídas(consumos ou vendas), onde esta expressa a frequência de ocorrências de apanhes (pickings, despachos ou viagens) que monitorado através de um período de tempo, como por exemplo mensal, trimestral ou no caso dos materiais MRO a referência de períodos é sendo em frações de 12 meses. Sua determinação é simples, bastando contar a quantidade de apanhes, independente da quantidade envolvida em cada transação, que ocorreu em um determinado período

3. - CUSTOS DOS ESTOQUES

O objetivo de um sistema de estoque é a minimização dos custos envolvidos nas operações. Os custos relevantes para um sistema de estoque podem ser agrupados em três categorias (Hax & Candea, 1984)¹⁶:

- Custos associados à aquisição do item;
- Custos associados com a existência de estoques (fornecimento excede a demanda);
- Custos associados com a ruptura dos estoques (demanda excede o fornecimento).

Os custos associados à aquisição do item podem ser compostos de duas partes, sendo elas o custo que tem que ser pago ao fornecedor do item e o custo incorrido no processo de aquisição, também conhecido como custo de pedido.

Segundo Wireman(2008)³³, os estoques de MRO e seus processos de aquisição contribuem para o baixo rendimento da produtividade dos processos de manutenção. Pontos essenciais da cadeia de suprimentos servem como garantia de qualidade na aquisição e compra, manutenção dos estoques, garantia da qualidade na conservação dos itens e os atrasos nas entregas são os fatores que mais contribuem para esta imagem negativa ressaltada pelo autor.

Para contribuir com as citações acima, Maccines e Pearce(2002)¹⁹ estimavam que 5% do custo extra de manutenção tem origem em recursos desperdiçados por localizar fornecimento de materiais inadequados.

Dias (1993)¹¹ aponta que os custos de juros, depreciação, aluguel, equipamentos de movimentação, deterioração, obsolescência, seguros, salários e conservação, são inerentes aos estoques. Wireman(2008)³³ define estes custos em quatro grandes classes e estoques MRO, sendo elas: Custo de manutenção, estocagem, seguros, salários e taxas e custos por obsolescência, deterioração ou desvios.

A prática mais adotada por alguns autores é a de agrupar os custos citados acima por Dias(1993)¹¹ com as citações de Pozo(2010)²⁸, onde caracterizam os estoques com três grandes custos de Manutenção do estoque, Custo de pedido e custo da falta de estoque. Mesmo as práticas acima citadas sendo com enfoque para gestão de materiais de produção, é possível entender que a categoria de materiais MRO podem também levar em consideração estes custos.

Os custos associados a manutenção dos estoques, são custos diretamente relacionados a aquisição, conservação e garantia dos estoques conforme citado por Pozo(2010)²⁸ e Dias(1993)¹¹. Os mesmos autores citam que o custo do pedido é relacionado aos custos que envolvem a colocação de um pedido de compras, tais como salários, materiais de escritório, telefonia, energia e sistemas de ERP como exemplo. Por fim, os autores citam que o custo de falta de estoque são relacionados a perda de produção por certo período ou até mesmo perda de venda(receita) ocasionada pela falta de um item em estoque.

Mesmo tendo uma literatura voltada para itens de produtos acabados, Wanke(2008)³² cita que os problemas na gestão dos estoques de peças de reposição(MRO) são os mesmos encontrados na gestão de produtos acabados ou de matérias-primas. O excesso de estoques é resultado de uma política de antecipação ao uso futuro, onde se aplica o capital oferecido pela empresa e os mantém conservado, implicando elevados custos de oportunidade de manter estoques e custos de obsolescência. Já a falta de estoques é reflexo de uma política conservadora em relação á taxa real de utilização dos estoques, implicando no baixo nível de disponibilidade para uso do material.

Segundo Wireman(2008)³³, a redução dos custos de materiais de manutenção está diretamente ligada á lucratividade, uma vez que a redução das despesas com materiais implicam diretamente no aumento da lucratividade. Porém o autor reforça que reduzir estoques pode se tornar uma visão míope á partir do momento em que não se considera a capacidade dos materiais em melhorar a disponibilidade dos ativos da empresa. Em outras palavras, o autor refere-se que á partir do momento em que atacamos a redução dos estoques sem conhecer qual a aplicação e importância técnica do item para os ativos, podemos deixar a capacidade da produção á mercê por conta desta falta.

4. - PARÂMETROS DE ESTOQUE:

4.1- ESTOQUE DE SEGURANÇA

O estoque de segurança é caracterizado pelo ato de manter níveis de estoque suficientes para evitar faltas de estoque diante da variabilidade da demanda e a incerteza da reposição do produto quando necessário.

Quando se trabalha sem essa segurança, o atraso na entrega de uma mercadoria pelo fornecedor normalmente causa o esgotamento do estoque do período previsto da entrega até a efetiva chegada do produto.

Já no caso das vendas ou consumo da mercadoria estocada ser maior que o previsto enquanto o produto fornecido estiver em trânsito para o local de estocagem, também é possível que esse produto não se encontre disponível quando necessário.

Por estes motivos as empresas mantêm o estoque de segurança em seus armazéns, evitando assim problemas de corte no fornecimento.

Mas assim como o estoque de segurança possui seus benefícios, também traz alguns problemas às empresas, que precisam de locais maiores para armazenagem e disponibilizar capital para o investimento em estoque, o mesmo capital que poderia estar sendo empregado na compra de bens para a empresa.

4.1.1 – CÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA

Segundo Moura (2004)²¹, para efeito de cálculo, deve-se determinar o desvio-padrão σ .

Para o autor, o desvio-padrão representa uma unidade de dispersão ou da variabilidade em torno da média aritmética de um determinado conjunto de dados. Importante ressaltar que mais de três desvios da média representam pontos distantes.

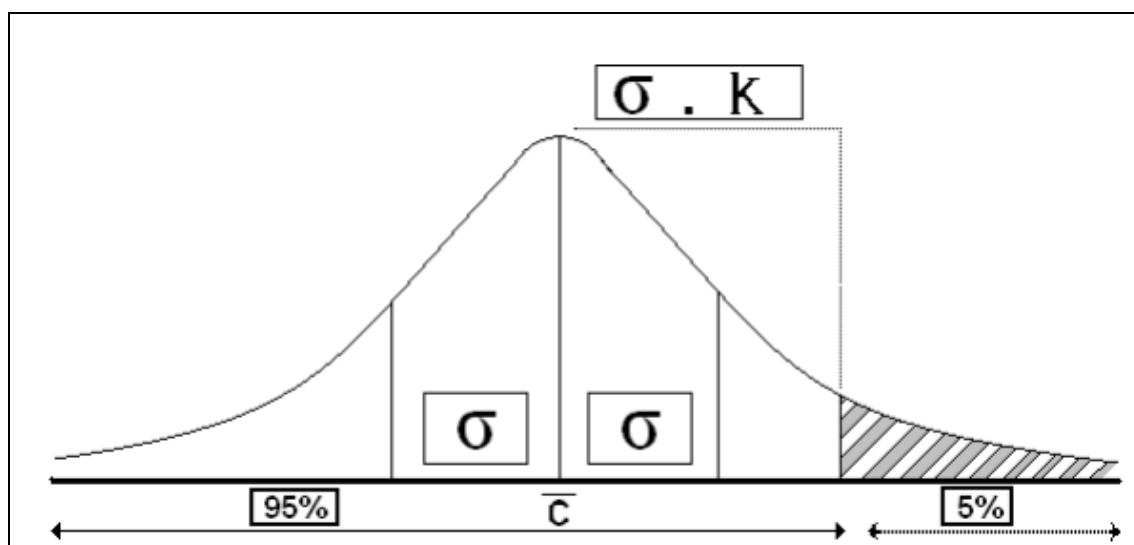


Figura 2 - Curva definindo o estoque mínimo ($\sigma.K$), desvio padrão (σ) e o grau de risco em porcentagem %.

Fonte: MACHADO (2009)¹⁸

Segundo Machado (2009)¹⁸, é necessário estabelecer a probabilidade de consumo maior que o consumo médio, tendo em vista que somente estas são interessantes estabelecer. Para tanto, a medida de dispersão num primeiro momento deve ser conhecida, que, por conseguinte nos dará o grau de variação do consumo.

Para determinação do Estoque mínimo com grau de atendimento definido, utiliza-se a Fórmula $E_{min} = \sigma.K$, onde a constante K que representa o risco. Este risco ou probabilidade de falta de estoque é definido em função do grau de atendimento assumido, sendo esta constante multiplicada pelo desvio padrão calculado. O valor de K é encontrado da tabela 1, conforme Dias (1993)¹¹.

K	Risco (%)	K	Risco (%)	K	Risco (%)
3,090	0,001	1,282	0,100	0,385	0,350
2,576	0,005	1,036	0,150	0,253	0,400
2,326	0,010	0,842	0,200	0,126	0,450
1,960	0,025	0,674	0,250	0,000	0,500
1,645	0,050	0,524	0,300		

Tabela 1- Valores de K em função do risco assumido ou probabilidade de falta de material.

4.1.2 - PONTO DE REPOSIÇÃO

De acordo com Tubino (2007)³⁰, como aspecto preventivo a falta de materiais, determina-se um ponto de reposição de material ou quantidade de itens que quando atingidas, “dispara” o processo de compra do material.

É possível calcular o PR da seguinte forma, segundo Dias (1993)¹¹:

$$PR = (C \times TR) + E_{min}$$

Onde:

C = consumo médio mensal;

TR= tempo de reposição (meses);

E_{min}= estoque mínimo.

Dias (1993)¹¹, acrescenta que para calcular o estoque disponível, ou seja, a quantidade abaixo ou acima do ponto de reposição (PR), é necessário considerar:

- O estoque físico existente;
- Os fornecimentos pendentes e os fornecimentos ainda no prazo, porém em aberto.

Estes saldos são considerados ESTOQUES VIRTUAIS, ou de “fornecedores”.

O estoque virtual pode ser configurado na forma:

ESTOQUE VIRTUAL = ESTOQUE FÍSICO + SALDO DE FORNECIMENTO

5 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Segundo Chopra e Meindl (2003)¹⁰, uma cadeia de suprimentos consiste em todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, em atender às requisições dos clientes.

A organização da cadeia envolve inúmeras atividades, e inclui desde o recebimento da solicitação do cliente até a conclusão do atendimento.

Segundo Porter (1986)²⁷, é necessário gerenciar os elos da cadeia de valor constituída por esses processos, reduzindo ou retirando atividades que não agreguem valor ao produto e construindo ou reformulando outras que possam adicionar ainda mais valor para o consumidor final. Essa argumentação de Porter (1986) firma o conceito de cadeia de suprimento e os princípios que regem sua gestão: aumentar a visibilidade dos eventos a todos os participantes da cadeia de suprimento para gestão mais efetiva da demanda.

De acordo Chopra e Meindl (2003)¹⁰, a gestão da cadeia de suprimentos envolve o gerenciamento dos fluxos entre todos os estágios da cadeia de suprimentos com o intuito de maximizar a lucratividade total. Constitui-se numa metodologia que tem por objetivo alinhar, de forma sincronizada, todas as atividades de produção por meio da administração de todos os processos do negócio e não apenas logísticas. Portanto, uma ferramenta estratégica utilizada para elevar a satisfação de cliente e a competitividade da empresa. Ainda segundo estes autores, cadeia de suprimentos

abrange diversos estágios, direta ou indiretamente, no atendimento do pedido de um cliente, sendo, portanto, uma sequência de processos e fluxos que acontecem entre e dentro de diferentes estágios da cadeia e que se combinam para atender à necessidade de um cliente por um produto ou serviço.

5.1 – ESTRATÉGIAS DE COMPRAS

Dentro de uma visão estratégica, o conceito de Compras, segundo Neves e Hamacher (2004)²², é entendido como um processo de identificação, avaliação, negociação e contratação das fontes de fornecimento para produtos necessários para o funcionamento da organização, visando maximizar os resultados dentro de um cenário competitivo. De acordo com Porter (1996)²⁷, estratégia é a criação de um posicionamento único e de valor que envolve a forma com que uma organização estrutura e desempenha suas atividades, ou seja, para o autor, posicionamento estratégico de uma organização é a escolha das suas atividades num caminho diferente dos seus concorrentes.

O que possibilita à organização um grande diferencial com relação ao mercado é uma estratégia proativa de compra, que irá, com toda certeza, reduzir o desperdício na cadeia de valor. Segundo Baily(2000)¹, as estratégias de compras devem ser intimamente alinhadas com todas as estratégias da organização, buscando atingir a excelência empresarial.

Para Baily(2000)¹, a aquisição de materiais pode ser realizada através das seguintes estratégias: lote econômico: é a quantidade resultante do custo variável total mais baixo; ponto de pedido: é a quantidade média exigida durante o lead time, mais o estoque de segurança; just in time: as peças necessárias são fabricadas na quantidade exata exigida para o próximo estágio da produção e aquelas compradas, devem ser entregues somente quando houver necessidade.

Ballou (2006)⁴ afirma que o setor de compras ocupa uma posição importante na maioria das organizações, pois diversos tipos de materiais, componentes e suprimentos comprados representam, até 60% do valor final das vendas de qualquer produto. Para Ballou (2006)⁴, a função de compras é considerada uma atividade no processo da programação. A maioria das decisões que são tomadas e diversas atividades afeta diretamente o fluxo de bens e serviços no canal logístico.

Segundo Gonçalves (2007)¹⁵, é extremamente importante que a área de compras desenvolva processos estratégicos englobando todos os objetivos para a obtenção dos bens e serviços, em alinhamento com metas e prioridade da organização. Ainda na visão de Gonçalves (2007)¹⁵, o processo de compra estratégico envolve: a definição da estratégia de compra; a habilitação e qualificação dos fornecedores; a elaboração dos contratos, negociações complementares com o fornecedor escolhido com o objetivo de efetivar a contratação do fornecimento e o gerenciamento dos contratos.

7 – ESTUDO DA BASE DE DADOS DOS MATERIAIS MRO.

7.1 – ANÁLISE INICIAL DOS DADOS:

A base fornecida pela empresa gestora de materiais MRO contém um total de 30.310 SKU's, onde nela encontramos várias classificações para estes materiais.

Nos foi fornecido então as informações demonstradas na tabela abaixo para que, assim, conseguíssemos analisar e simular a redução do estoque médio.

Item	Informação
1	Categorias do material
2	Qntd estoque atual
3	Valor total do estoque atual
4	Valor Unitário
5	Ponto de reposição atual
6	Lead Time atual
7	Média de consumo
8	Desvio Padrão
9	Classificação XYZ
10	Classificação ABC
11	Classificação dos consumos
12	Fator do nível de serviço para o estoque de segurança - 1,28 (90%)
13	Estoque de segurança atual

Tabela 3- Informações disponibilizadas pela empresa que gerencia MRO.

Como ferramenta de auxílio, classificamos os materiais de acordo com seu consumo no histórico dos últimos doze meses e concentramos os esforços de análise em cima destes SKU's, obtendo então uma base menor, mais concisa e com alto potencial de redução de estoque pois tratam-se de materiais que rotineiramente estão sendo consumidos, ou seja, não possuem demanda pontual de consumo.

A figura abaixo detalha a composição atual do estoque MRO, bem como o mesmo está repartido em suas classes de acordo com os critérios abaixo:

- Materiais que possuem de 0 a 2 meses de consumo.
- Materiais que possuem 3 a 6 meses de consumo.
- Materiais que possuem acima de 6 meses de consumo.
- *Base dos últimos 12 meses de consumo.

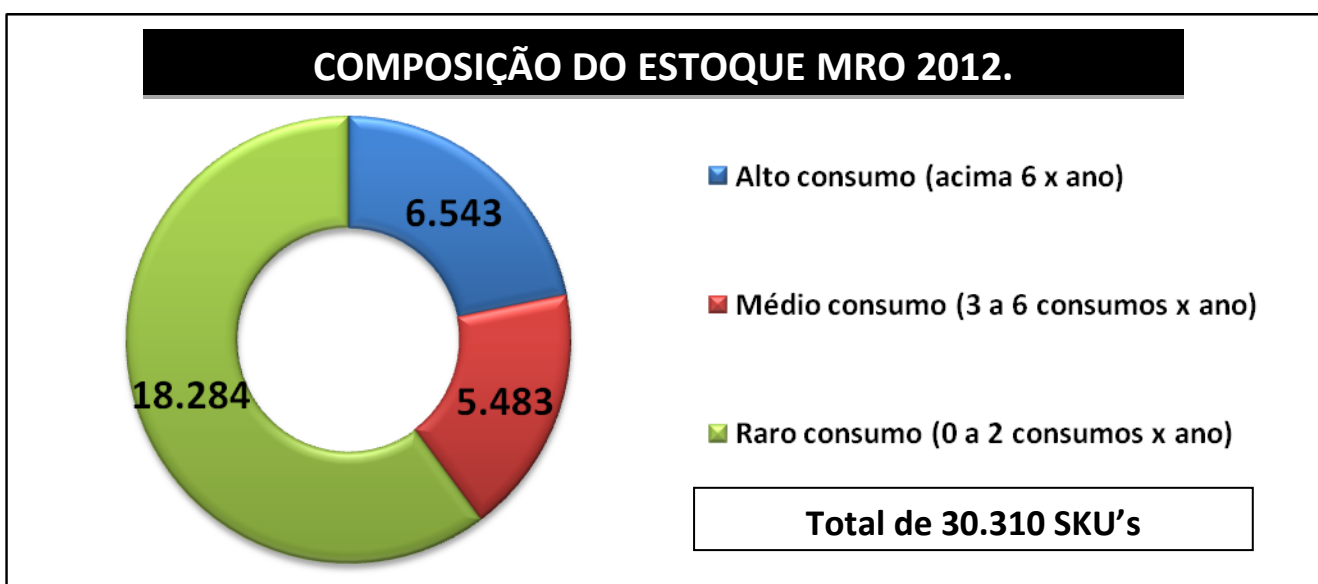


Figura 2 – Composição total do estoque de acordo com os consumos dos materiais.

Nosso foco será em analisar apenas a base contendo os materiais de alto consumo, visto que estes representam 21,58% do estoque total e caso analisássemos a base total, poderíamos reduzir o estoque de materiais que não estão tendo consumos rotineiros, ou seja, para o cálculo de ponto de reposição dos mesmos já temos baixos valores, então seria possível assumir riscos que afetariam o nível de serviço aos clientes caso a base total de SKU's fosse reduzida.

Após a extração da base dos materiais com consumo maior que 6 nos últimos doze meses, nossa base de dados diminuiu para 6.543 materiais, sendo estes materiais que rotineiramente estão sendo consumidos.

7.2 – COMPOSIÇÃO DO ESTOQUE DE ACORDO COM AS CATEGORIAS DE MATERIAIS MRO.

Na tabela abaixo podemos identificar as categorias de materiais MRO que realizam a composição do estoque que possui alta movimentação/consumo, bem como também identificar os valores projetados para cada categoria se o ponto de reposição estivesse totalmente abastecido em estoque.

CATEGORIA	QNTD SKU's	Média LT atual	Vlr estoque atual no ponto de reposição
Adesivos e fixação	1137	35,29	R\$ 475.323,03
EPI	870	37,23	R\$ 479.011,11
Uniformes profissionais	521	58,17	R\$ 302.210,27
Materiais Diversos	428	37,11	R\$ 899.384,21
Ferragens	293	37,15	R\$ 1.016.970,17
Rolamentos e afins	292	30,93	R\$ 152.936,25
Lubrificantes	265	36,92	R\$ 1.827.997,01
Uso e consumo de rotina	245	36,76	R\$ 209.784,48
Higiene e Limpeza	225	34,97	R\$ 239.898,31
Sobressalentes de Mineração	198	32,86	R\$ 412.025,67
Elétrica	185	35,63	R\$ 131.193,77
Iluminação	179	34,73	R\$ 97.557,94
Fitas adesivas	151	34,36	R\$ 49.182,42
Eletrodos de solda	129	22,30	R\$ 206.024,54
Abraçadeiras	101	34,42	R\$ 10.364,86
Correias e afins	99	35,96	R\$ 528.639,30
Construção Civil	89	34,28	R\$ 20.783,13
Materiais de escritório	81	43,07	R\$ 55.944,27
Gases industriais	78	35,06	R\$ 332.462,23
Laboratório	74	50,19	R\$ 78.291,94
Lixas	73	35,00	R\$ 5.604,74
Materiais Químicos	68	34,91	R\$ 84.861,54
Roldanas e Roletes	68	47,15	R\$ 237.120,20
Discos de corte	66	34,68	R\$ 50.203,86
Materiais sob desenho	63	39,00	R\$ 204.520,79
Sobressalentes de Ensacadeira	59	64,73	R\$ 106.606,06
Sobressalentes de gases industriais	59	35,00	R\$ 24.285,43
Eletrônicos	49	36,16	R\$ 103.393,26
Válvulas diversas	46	33,26	R\$ 46.362,08
Sobressalentes Paletizadora	40	50,93	R\$ 139.304,15
Lâminas de corte	39	35,33	R\$ 36.479,49
Acoplamentos e grade elástica	37	27,73	R\$ 27.720,71
Escovas elétricas	32	43,91	R\$ 29.725,93
Gaxetas	32	26,66	R\$ 36.823,53
Cabos elétricos	31	38,81	R\$ 35.710,43
Retentores	31	37,68	R\$ 7.458,99
Cabos de aço	27	34,37	R\$ 30.193,29
Refratários de Forno	27	32,78	R\$ 1.053.608,00
Marcadores industriais	25	35,00	R\$ 4.224,90
Filtros e Mangas filtrantes	21	41,19	R\$ 78.530,04
Fundidos	5	49,00	R\$ 257.973,88
Sobressalentes Ensacadeira	5	34,80	R\$ 4.466,00
Total Geral	6543	37,87	R\$ 10.131.162,22

Tabela 4 - Categorias que compõem o estoque dos materiais com consumo acima de 6 vezes nos últimos doze meses.

7.3 – METODOLOGIA UTILIZADA PARA SIMULAÇÃO DA REDUÇÃO DOS ESTOQUES:

A figura abaixo demonstra as informações gerais da base analisada.

Total de SKU's analisados	6.543 materiais
Valor total do estoque médio	R\$ 10.131.162,22
Lead time médio	37,87 dias

Figura 3 – Resumo da composição dos itens com alto consumo, contendo a quantidade total de SKU's, valor total que os mesmos representam e por fim o lead time médio destes.

Nossa proposta se traduz na negociação juntos aos fornecedores para redução em seu Lead Time de fabricação e entrega(transporte) onde atualmente este número médio é de 37,87 dias, em um valor redondo de 10% de redução, por exemplo, se para um fornecedor que possui o tempo de 40 dias de produção e entrega(transporte), a negociação seria de redução em 4 dias(10% do total), passando a ser 36 dias seu lead time.

Como nossa base de cálculo do ponto de reposição está sendo baseada na média de consumo/mês * Lead Time e posteriormente somando o ponto de reposição, então nossa proposta de redução no lead time estaria impactando diretamente na quantidade em estoque que precisamos ter para que atenda a demanda até que a próxima compra seja realizada.

7.4 – RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Realizamos a simulação do estoque médio e projeção dos estoques caso conseguíssemos reduzir em 10% o lead time de entrega dos fornecedores, acompanhe na tabela abaixo:

CATEGORIA	QNTD SKU's	Média LT atual	Vlr estoque atual no ponto de reposição	Média LT proposto(-10%)	Vlr estoque com 10% redução no LT
Adesivos e fixação	1137	35,29	R\$ 475.323,03	31,76	R\$ 452.931,00
EPI	870	37,23	R\$ 479.011,11	33,51	R\$ 451.001,41
Uniformes profissionais	521	58,17	R\$ 302.210,27	52,36	R\$ 283.502,95
Materiais Diversos	428	37,11	R\$ 899.384,21	33,40	R\$ 857.883,50
Ferragens	293	37,15	R\$ 1.016.970,17	33,44	R\$ 973.258,81
Rolamentos e afins	292	30,93	R\$ 152.936,25	27,84	R\$ 146.378,14
Lubrificantes	265	36,92	R\$ 1.827.997,01	33,23	R\$ 1.739.753,08
Uso e consumo de rotina	245	36,76	R\$ 209.784,48	33,08	R\$ 196.763,35
Higiene e Limpeza	225	34,97	R\$ 239.898,31	31,48	R\$ 228.760,50
Sobressalentes de Mineração	198	32,86	R\$ 412.025,67	29,57	R\$ 392.313,31
Elétrica	185	35,63	R\$ 131.193,77	32,06	R\$ 125.181,01
Iluminação	179	34,73	R\$ 97.557,94	31,25	R\$ 93.028,48
Fitas adesivas	151	34,36	R\$ 49.182,42	30,93	R\$ 46.535,79
Eletrodos de solda	129	22,30	R\$ 206.024,54	20,07	R\$ 199.362,62
Abraçadeiras	101	34,42	R\$ 10.364,86	30,97	R\$ 9.864,07
Correias e afins	99	35,96	R\$ 528.639,30	32,36	R\$ 508.028,68
Construção Civil	89	34,28	R\$ 20.783,13	30,85	R\$ 19.855,82
Materiais de escritório	81	43,07	R\$ 55.944,27	38,77	R\$ 51.750,58
Gases industriais	78	35,06	R\$ 332.462,23	31,56	R\$ 313.877,21
Laboratório	74	50,19	R\$ 78.291,94	45,17	R\$ 73.264,01
Lixas	73	35,00	R\$ 5.604,74	31,50	R\$ 5.352,57
Materiais Químicos	68	34,91	R\$ 84.861,54	31,42	R\$ 80.020,79
Roldanas e Roletes	68	47,15	R\$ 237.120,20	42,43	R\$ 226.840,76
Discos de corte	66	34,68	R\$ 50.203,86	31,21	R\$ 47.747,85
Materiais sob desenho	63	39,00	R\$ 204.520,79	35,10	R\$ 196.226,78
Sobressalentes de Ensaadeira	59	64,73	R\$ 106.606,06	58,26	R\$ 100.492,68
Sobressalentes de gases industriais	59	35,00	R\$ 24.285,43	31,50	R\$ 23.210,36
Eletrônicos	49	36,16	R\$ 103.393,26	32,55	R\$ 98.184,91
Válvulas diversas	46	33,26	R\$ 46.362,08	29,93	R\$ 44.243,60
Sobressalentes Paletizadora	40	50,93	R\$ 139.304,15	45,83	R\$ 132.570,54
Lâminas de corte	39	35,33	R\$ 36.479,49	31,80	R\$ 34.939,56
Acoplamentos e grade elástica	37	27,73	R\$ 27.720,71	24,96	R\$ 26.625,45
Escovas elétricas	32	43,91	R\$ 29.725,93	39,52	R\$ 28.072,85
Gaxetas	32	26,66	R\$ 36.823,53	23,99	R\$ 36.016,96
Cabos elétricos	31	38,81	R\$ 35.710,43	34,93	R\$ 33.980,01
Retentores	31	37,68	R\$ 7.458,99	33,91	R\$ 7.129,91
Cabos de aço	27	34,37	R\$ 30.193,29	30,93	R\$ 28.772,76
Refratários de Forno	27	32,78	R\$ 1.053.608,00	29,50	R\$ 1.044.915,38
Marcadores industriais	25	35,00	R\$ 4.224,90	31,50	R\$ 4.018,44
Filtros e Mangas filtrantes	21	41,19	R\$ 78.530,04	37,07	R\$ 75.773,56
Fundidos	5	49,00	R\$ 257.973,88	44,10	R\$ 244.799,24
Sobressalentes Ensaadeira	5	34,80	R\$ 4.466,00	31,32	R\$ 4.281,30
Total Geral	6543	37,87	R\$ 10.131.162,22	34,08	R\$ 9.687.510,59

Tabela 5 – Dados das categorias dos materiais comparados á simulação realizada com os 10% de redução no lead time.

7.5 – ANÁLISE DO RESULTADO

Conforme demonstrado na tabela acima, apesar da nossa simulação estar sendo baseada em apenas 10% de redução, é possível perceber que em algumas categorias conseguimos reduções expressivas. Estas reduções que, somadas às 42 categorias que compõem o estoque de MRO, teoricamente podem reduzir num valor total de R\$ 443.651,63.

Esta redução pode não ser significativa ao valor total estocado, porém se tratando de capital empregado, seria como se a empresa tivesse todo mês a quantidade aproximada de R\$443 mil em mãos para que pudesse empregar em novas atividades, investimentos, treinamentos, aquisição de novos recursos, modernização, infraestrutura ou quaisquer outros investimentos.

Abaixo, acompanhe graficamente nossa simulação de redução:

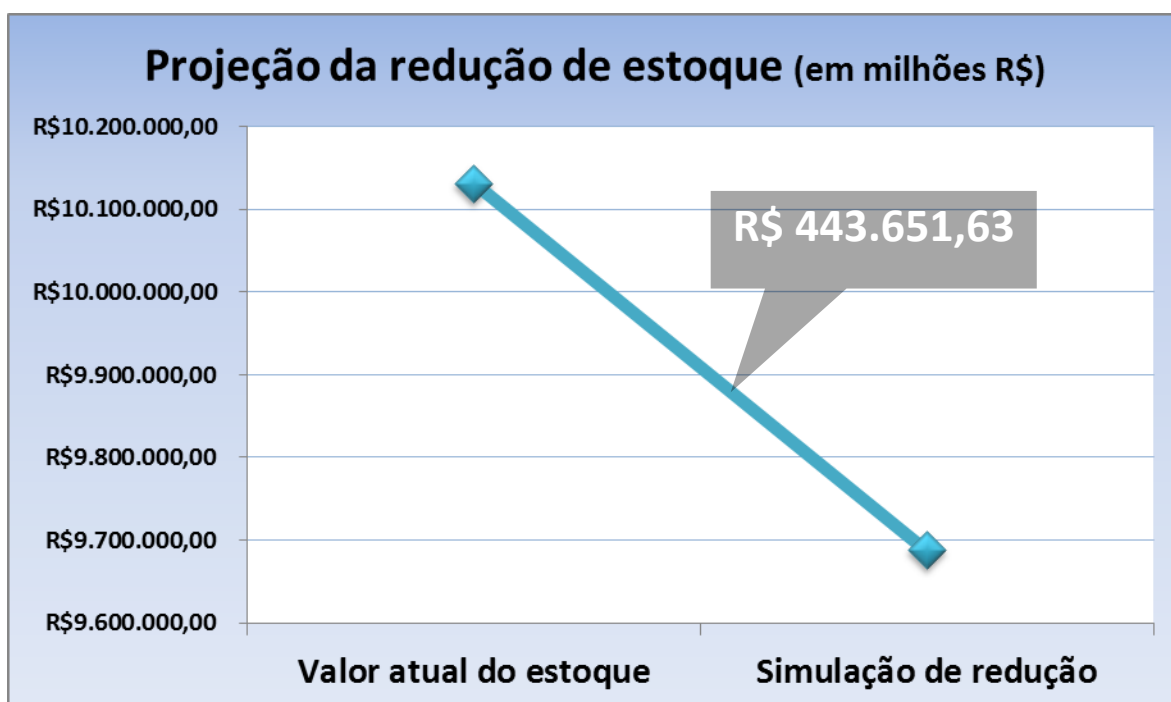


Figura 4 – Exemplo gráfico do resultado da simulação de redução do estoque MRO.

8 – CONCLUSÃO

É possível sim reduzir os estoques, porém no modelo em que apresentamos contendo embasamento no lead time de fabricação e entrega do fornecedor, neste caso, depende de uma ação multiáreas, ou seja, dos planejadores dos materiais de reposição com o intuito de acompanhar os consumos dos materiais e cálculos do estoque de segurança e ponto de reposição, como também a influência do comprador ou negociador da carteira para que também entre em pauta enxugar o tempo de fornecimento, onde até então temos por parte dos compradores um enfoque míope apenas em “Saving”, ou seja, redução nos custos de aquisição dos materiais com o maior prazo de pagamento possível ao fornecedor.

Faz-se extremamente importante analisar a base de dados antes de iniciar as ações. Caso nossa base inicial fosse completa, ou seja, um pouco mais de 30 mil SKU's, poderíamos estar analisando uma base com itens tendo característica de slow-moving, o que significa que analisaríamos materiais que não estão sendo rotineiramente consumidos que por consequência teríamos baixo ou nenhum estoque de segurança e seu ponto de reposição também seria baixo. A consequência na redução dos estoques dos itens slow-moving poderia ser um sério agravante no que tange á nível de serviço, ou seja, atendimento dos usuários/clientes internos.

Neste estudo, a simulação torna viável projetarmos ações que definam papéis e responsabilidades aos envolvidos para que se torne mensurável a redução real do estoque com base na redução do lead time de fabricação e entrega do fornecedor.

Portanto, a redução dos estoques se torna factível conforme modelo de simulação apresentado neste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAILY, Peter et.al. Compras: Princípios e administração. São Paulo,SP: Atlas, 2000.
2. BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial. São Paulo: Atlas S.A, 1993.
3. BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.
4. BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos / logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006 616p.
5. BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2010.
6. BOTTER, R., & FORTUIN, L. (2000). Stocking strategy for service parts: a case study. International Journal of Operations & Production Management , 20 (6), pp. 656-674.
7. BOWERSOX, Donald J; CLOSS, David J. Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos. São Paulo: Atlas, 2009.
8. CARVALHO, José Mexia Crespo de - Logística. 3ª ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.
9. CHIAVENATO, Idalberto. Iniciação Ao Planejamento e Controle de Produção. São Paulo: McGraw-Hill Ltda., 1990.
10. CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia , planejamento e operação. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003 465 p.

11. DIAS, Marcos Aurélio P., Administração de materiais: uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 1993.
12. GAITHER, Norman et FRAZIER, Greg. Administração da Produção e Operações. 8ª. Edição. São Paulo: Thomson, 2002.
13. GARCIA, E. S.; REIS, L. M. T.; MACHADO, L.T.R.; FILHO, V.J.M. Gestão de estoques. Otimizando a logística e a cadeia de suprimento. Petrobrás. E-papers, Rio de Janeiro, 2006.
14. GASNIER, D; BENZATO, E. Armazenagem inteligente, Revista LOG de Movimentação e Armazenagem, São Paulo, n.128, p16 junho /2001.
15. GONÇALVES, Paulo Sergio. Administração de Materiais. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
16. HAX, A., & CANDEA, D. (1984). Production and Inventory Management. NJ: Prentice-Hall, Inc.
17. HUISKONEN, J. (2001). Maintenance spare parts logistics: special characteristics and strategic choices. International Journal of Production Economics , 71, pp. 125-133.
18. MACHADO, M. C. Administração de materiais. Pontifca Universidade Católica, São Paulo. Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária – Departamento de Administração, 2009.
19. MACCINES, Richard L; PEARCE, Atephen L. Strategic MRO powered by DSC: a roadmap for transforming assets into strategic advantage. Prospect: Net results, 2002, 332 p.

- 20.MOREIRA, Daniel A. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 1993.
- 21.MOURA, C. E. . Gestão de estoques. Ação e monitoramento na cadeia de logística integrada-Rio de Janeiro. Ed. Moderna LTDA, 2004.
- 22.NEVES, L.; HAMACHER, S. O processo de compras e a logística integrada. Revista Tecnológica, junho 2004, São Paulo.
- 23.OHNO, Taiichi. O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997 152 p.
- 24.PINTELON, L. M.; GELDERS, L. F. maintenance management decision making. European Journal of Operational Research, v.58, p. 301-317, 1992.
- 25.PINTO, Carlos Varela - Organização e gestão da manutenção. 2ª ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.
- 26.PORRAS, E., & DEKKER, R. (2008). An inventory control system for spare parts at a refinery: an empirical comparison of different re-order point methods. European Journal of Operational Research , 184, pp. 101–132.
- 27.PORTER, Michael E. Estratégia competitiva: técnicas para análise das indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1986 362p.
- 28.POZO, Hamilton. Administração dos recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 2010 210 p.
- 29.SHINGO, S. Sistema Toyota de Produção - Do ponto-de-vista da Engenharia de Produção. 2º ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 1996.

30. TUBINO, D. F. Planejamento e controle da produção. Teoria e prática. São Paulo. Ed. Atlas, 2007.
31. VIEIRA, Marcos Villela. Administração estratégica do capital de giro. São Paulo. Atlas, 2005 326p.
32. WANKE, Peter. Gestão de estoques na cadeia de suprimentos: decisões e modelos quantitativos. São Paulo: Atlas 2008 255 p.
33. WIREMAN, Terry. MRO inventory and purchasing. New York: Industrial Press, 2008 112 p. (Maintenance Strategy series volume 2)
34. CORREA, Henrique L. Planejamento, Programação e Controle da Produção. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2006